



# Erneuerbare Energien

Möglichkeiten  
Entwicklung  
Vor- und Nachteile

Backspace 9.10.2012

---

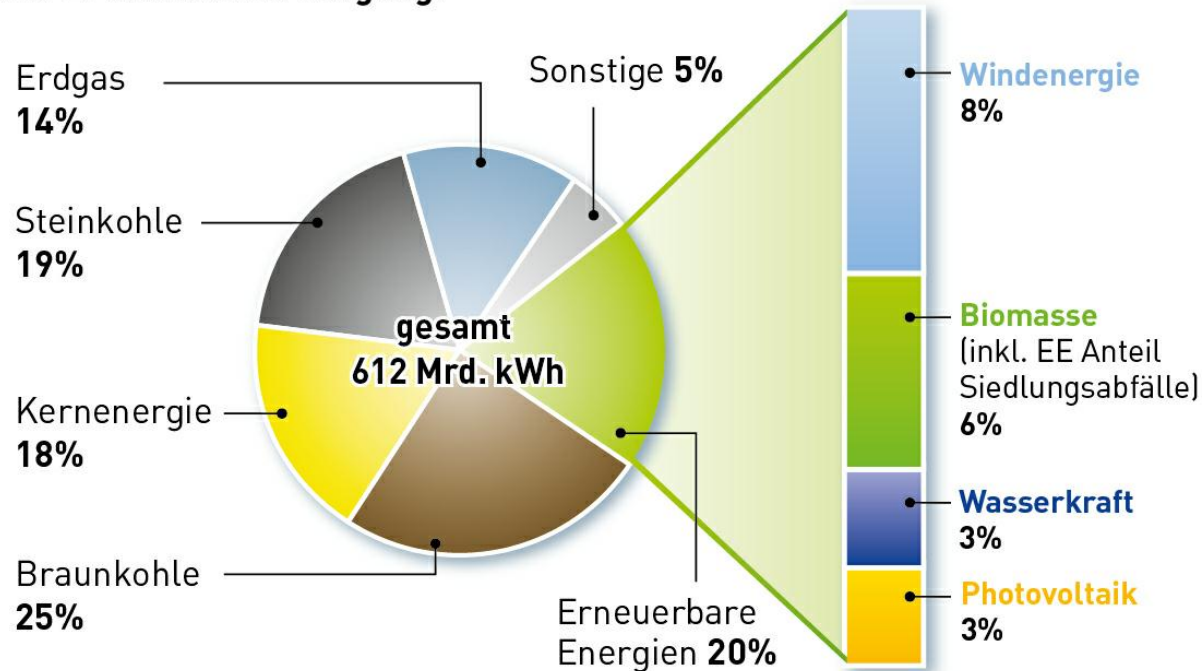
# Definition

- Als **erneuerbare Energien**, **regenerative Energien** oder **alternative Energien** werden Energieträger bezeichnet, die im Rahmen der Zeithorizonte und des Einflusses der Menschen praktisch unerschöpflich zur Verfügung stehen oder sich verhältnismäßig schnell „erneuern“.

# Heutige Anteile

## Der Strommix in Deutschland im Jahr 2011

Erneuerbare Energien lieferten 20%  
der Bruttostromerzeugung.

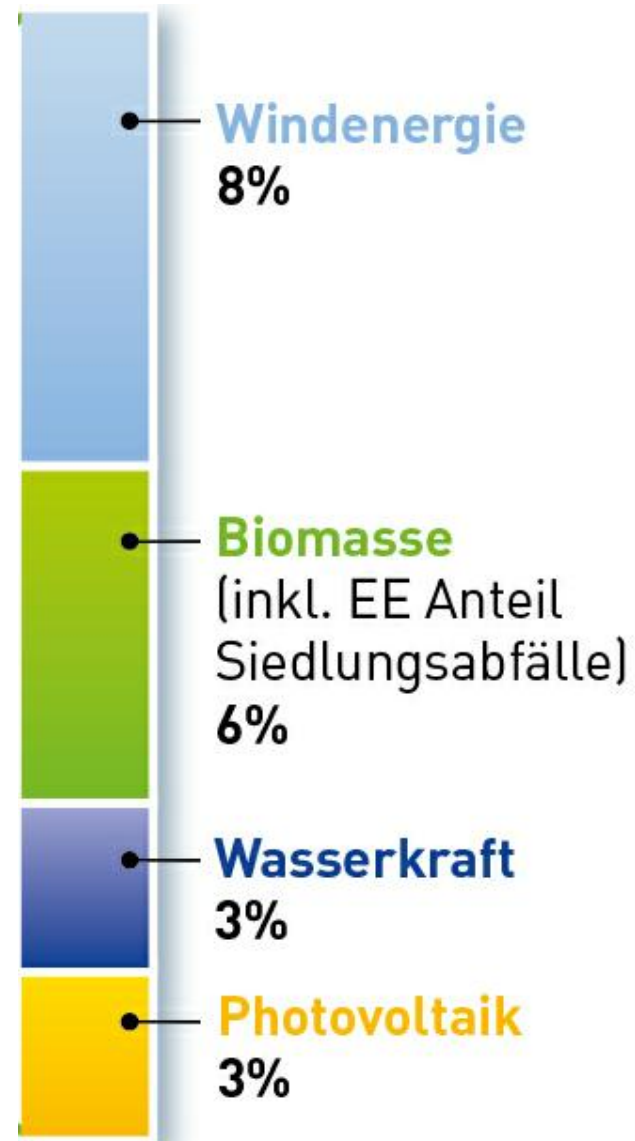


Quelle: BDEW, AGEF  
Stand: 12/2011

[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)



# Gruppierung



# Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien in Deutschland bis 2020



Quelle: Branchenprognose 2020  
Stand: 1/2009



# Die Möglichkeiten

- Wasser-Kraftwerke
- Wind-Kraftwerke (On-/Offshore)
- Biomasse
- Geothermie-Kraftwerke
- Photovoltaik
- Aufwind-Kraftwerke
- Solarturm-Kraftwerke
- Parabolrinnen-Kraftwerke
- CPV-Kraftwerke
- Wellen-Kraftwerke
- Meeresströmungs-Kraftwerke

# Allgemeine Vorteile

- Unendlich Verfügbar
- Geringe Folgekosten
- Keine CO<sub>2</sub> Emission im Betrieb
- Keine Ressourcenspezifische Abhängigkeit

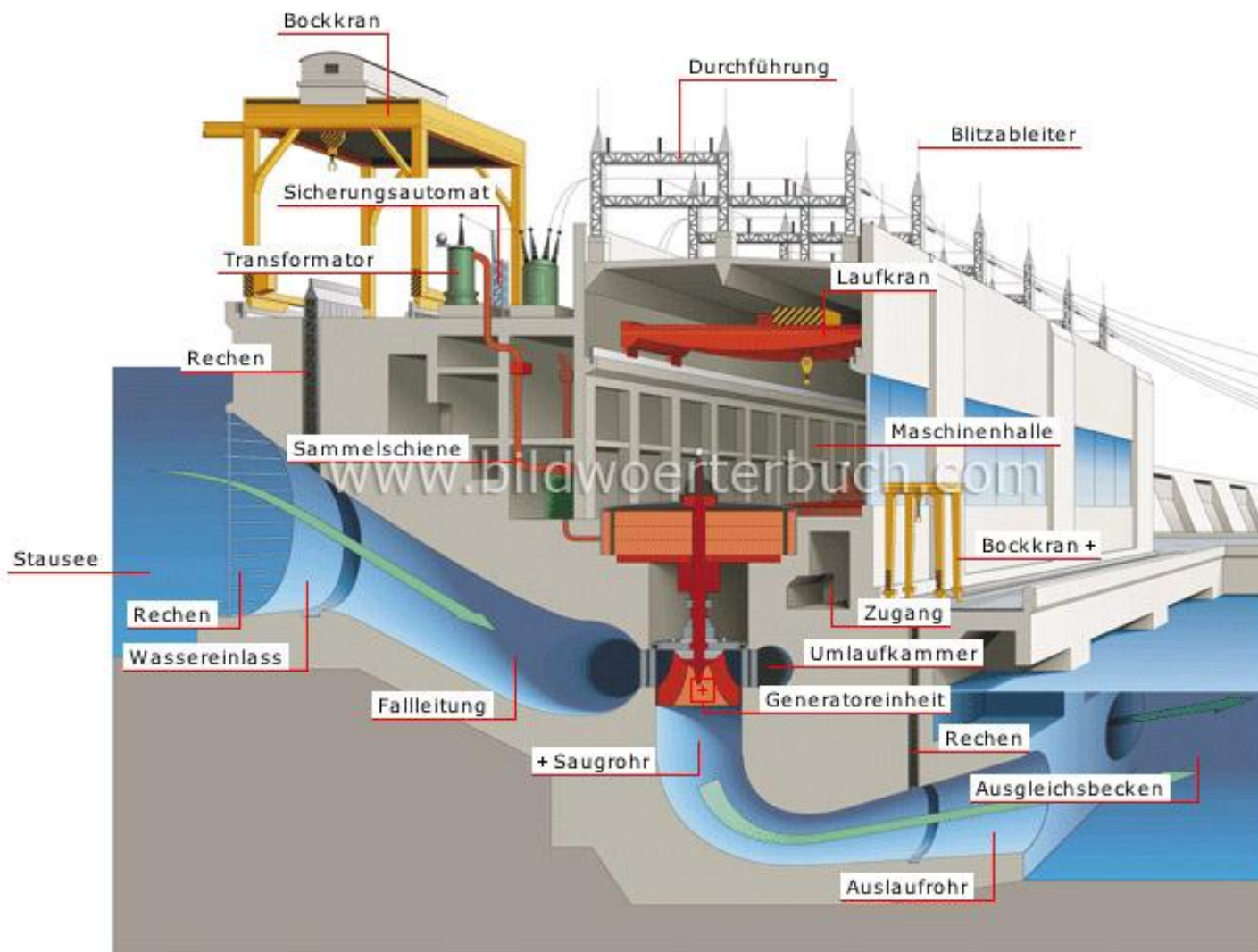
# Die Einheit kWh

- 1 kWh kostet momentan 23 Cent
  - = 1 Kilowattstunde
  - = 1000 Wattstunden
  - = 1000 Watt eine Stunde lang
  - Bzw. 60 W für 1000 Minuten
- Ein **Spielfilm** am Laptop gucken kostet ca. **2,3 Cent Stromkosten**



# Wasser-Kraftwerke





# Wasser-Kraftwerke

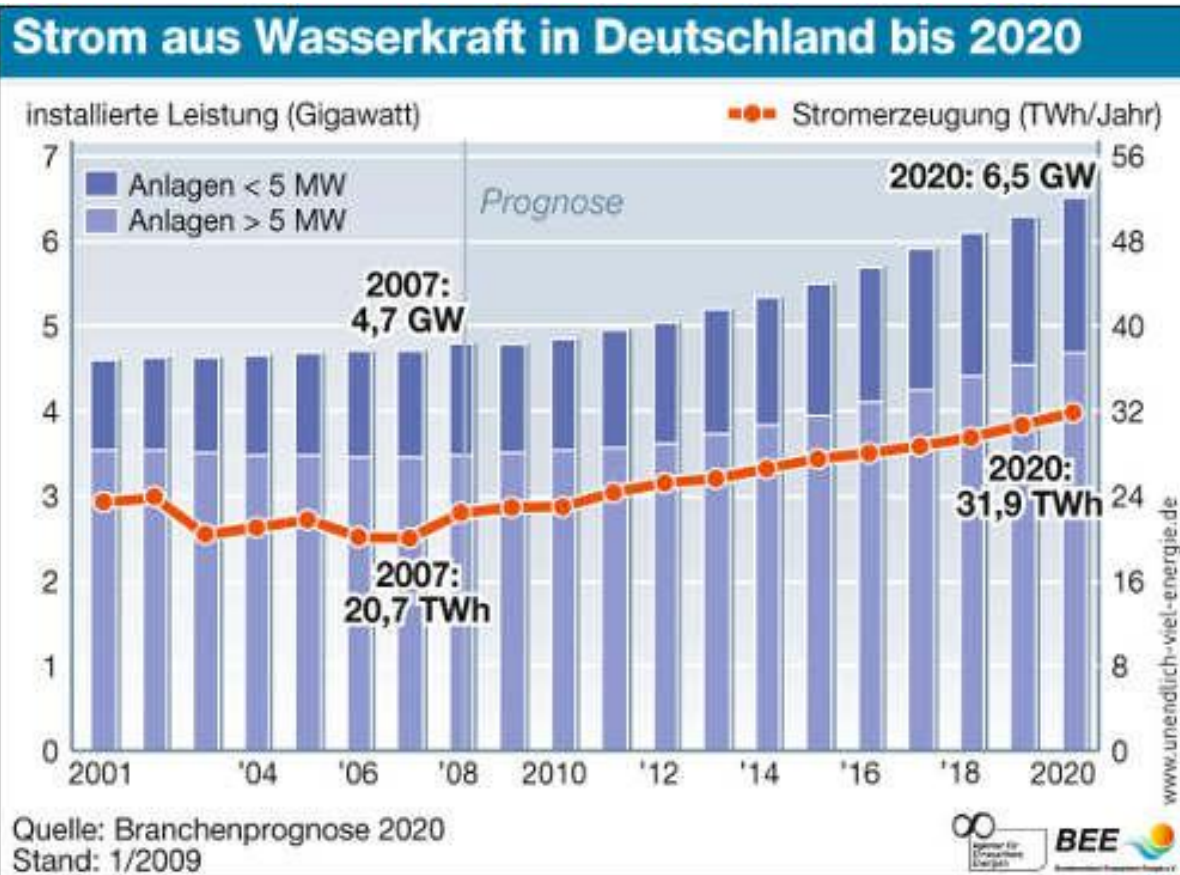
- Vorteile

- Energie begrenzt  
speicherbar
- Hohe Lebensdauer

- Nachteile

- starke Eingriffe in Natur
- Gefährdung von  
Fischen und anderen  
Wasserlebewesen
- zentrale  
Stromerzeugung
- nicht überall realisierbar

# Wasser-Kraftwerke



# Wind-Kraftwerk





[illegible]

# Wind-Kraftwerk Onshore

- Nachteil:

- Optisch sehr auffällig
- Licht-Schatten-Störungen
- Gefahr für Vögel

- Vorteil:

- Dezentral
- Bei Überschuss schnelle Regelbarkeit in Minuten  
(AKW: 3 Tage)

# Wind-Kraftwerk Offshore

## ○ Nachteile:

- hohe Schwierigkeiten bei Wartung & Montierung
- Spezialpersonal benötigt
- Korrosion durch Salzgehalt der Luft höher
- Lange Kabel  
→ Leitungsverluste

## Vorteil:

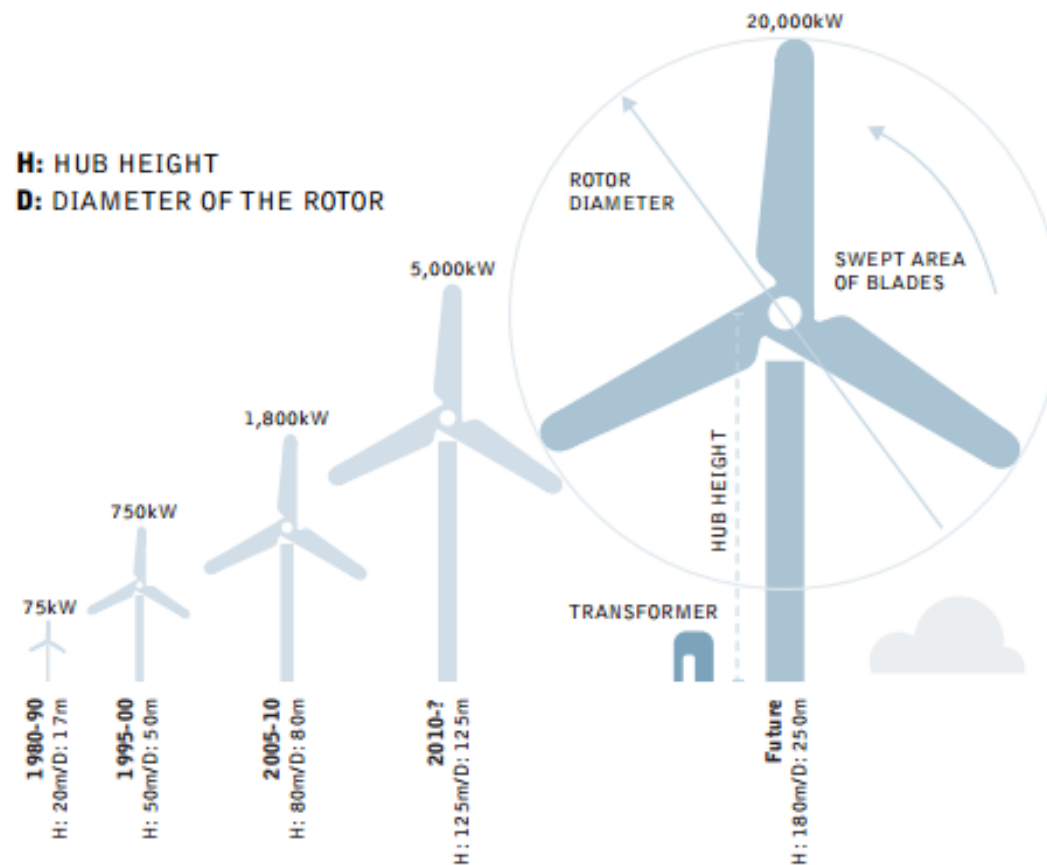
- Bei Stromüberschuss schnelle Regelbarkeit



# Wind-Kraftwerk

- ◉ Normales: 5 MW
- ◉ Größtes: 6 MW bei 150m Durchmesser
- ◉ Weltweit: 238 GW
- ◉ Ca. 6ct/kWh

**figure 9.6: growth in size of typical commercial wind turbines**



**source**

IPCC 2012: SPECIAL REPORT ON RENEWABLE ENERGY SOURCES AND CLIMATE CHANGE MITIGATION.  
PREPARED BY WORKING GROUP III OF THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE,  
FIGURE(S)..... CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS.

**references**

- 90 EWEA.
- 91 EWEA.

# Biomasse-Kraftwerk



Biomassekraftwerk Lünen 20MW

# Biomasse-Kraftwerk



Dampfturbine 5 MW mit ELIN Generator

# Biomasse-Kraftwerk

## ○ Nachteile

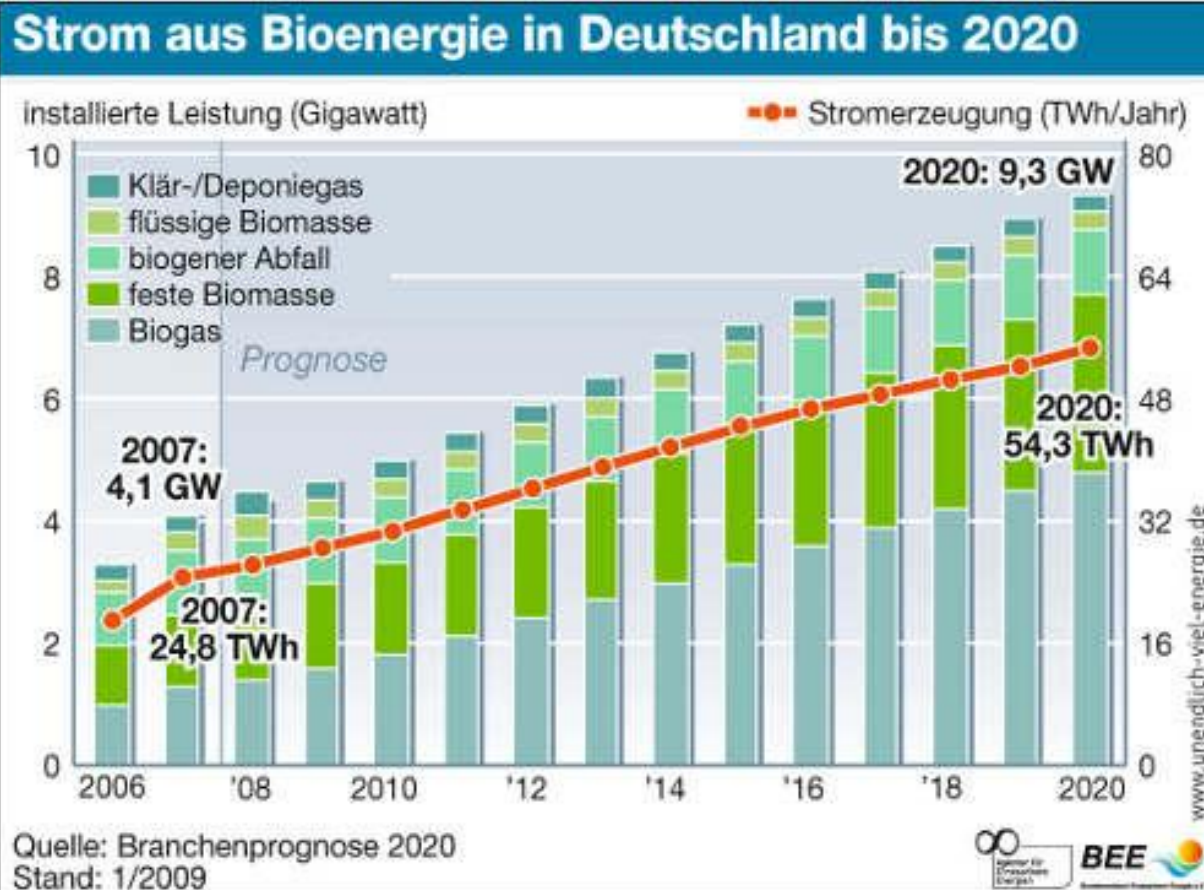
- Keine unbegrenzten Erweiterungsmöglichkeiten
- Negative CO<sub>2</sub>-Bilanz im Vergleich mit anderen regenerativen Energieträgern

## ○ Vorteile

- Dauerhafte Verfügbarkeit der Rohstoffe
- Vielseitige Einsatzmöglichkeiten
- Bei Stromüberschuss schnelle Regelbarkeit



# Biomasse-Kraftwerk



# Geothermie-Kraftwerk



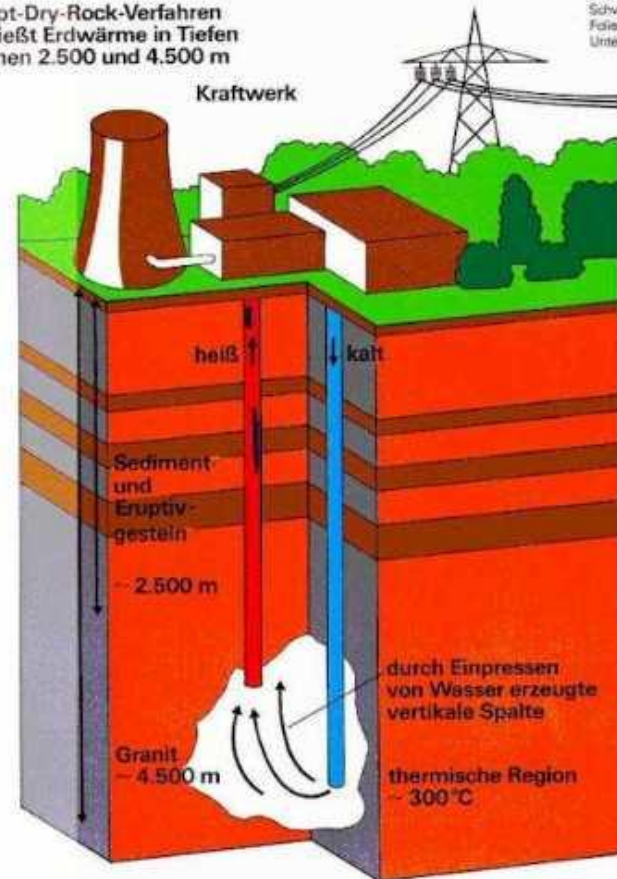
# Geothermie-



## Gewinnung von Erdwärme aus heißen Trockengesteinen

Das Hot-Dry-Rock-Verfahren erschließt Erdwärme in Tiefen zwischen 2.500 und 4.500 m

  
Energie-Versorgung  
Schwaben AG  
Fakten für den  
Unterricht, 1995





# Geothermie-Kraftwerk

- Vorteil

- Konstante Stromerzeugung

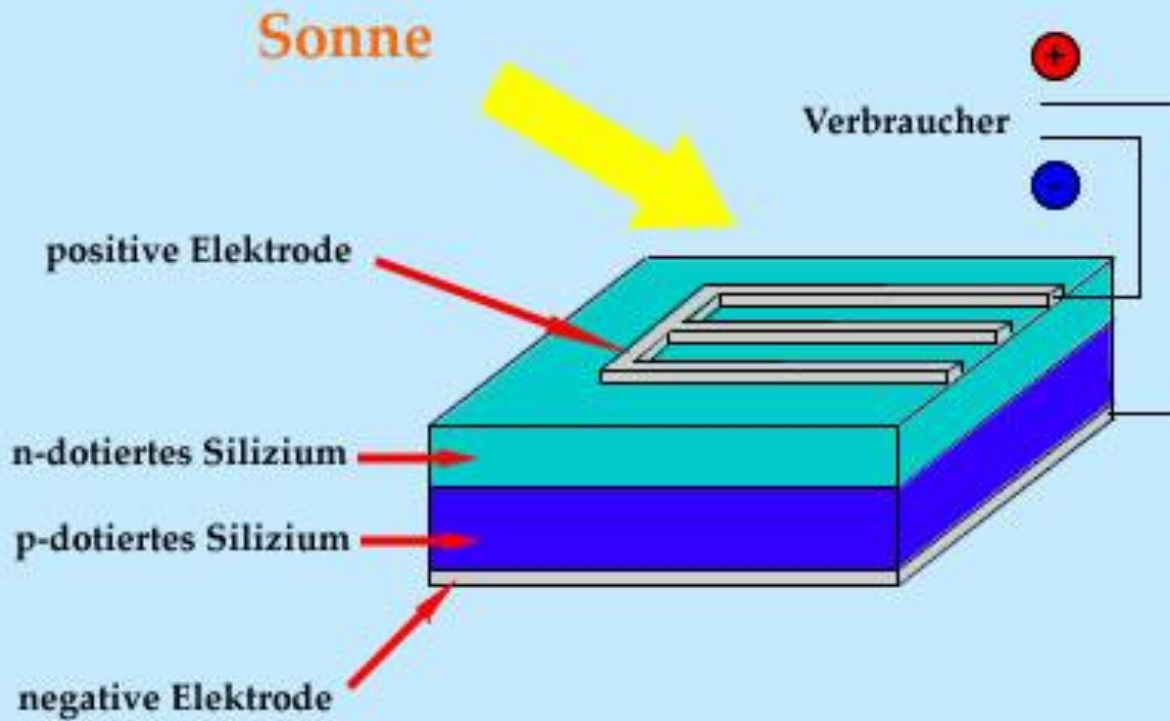
- Nachteile

- Enorm hohe Baukosten
- Eventuell seismische Ereignisse

# Photovoltaik



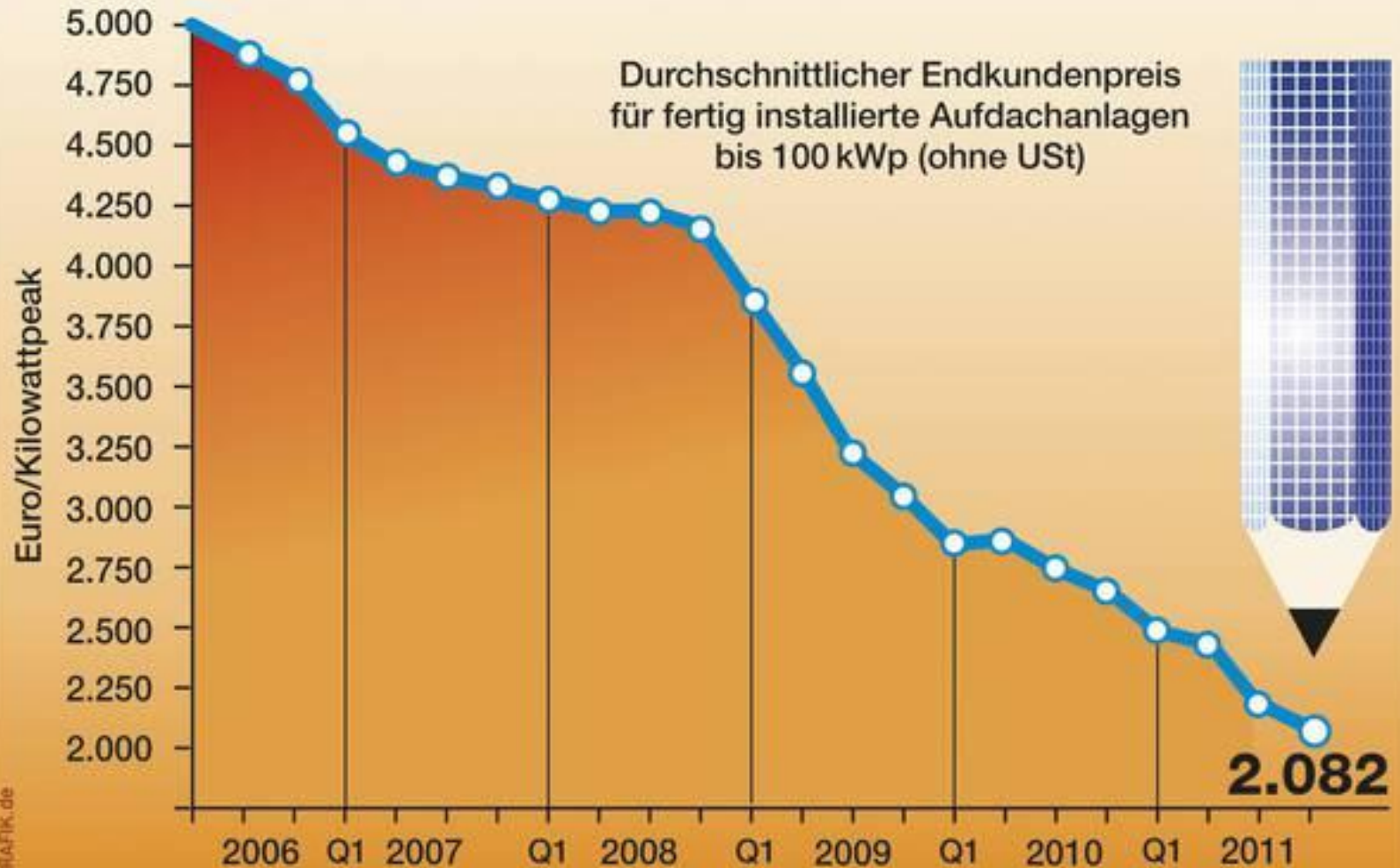
# Photovoltaik



# Photovoltaik

- 1.100 Volllast-h/Jahr → 22 x 200 W Modul
- 4.400 kWh x 20 Jahre x 23 ct/kWh  
= 20 240€
- 4.400 W kostet: inkl. Montage, etc.  
 $1,77 \text{ €/Wp} \times 4.400 \text{ W} = 7.788 \text{ €}$
- (oder 8,9 ct/kWh)

## Solarstromanlagen seit 2006 mehr als 58 % billiger



**2.082**

Quelle: Unabhängige, repräsentative Befragung von 100 Installateuren durch EUPD-Research im Auftrag des BSW-Solar. Weitere Infos: [www.solarwirtschaft.de/preisindex](http://www.solarwirtschaft.de/preisindex)

# Photovoltaik

## ● Vorteile :

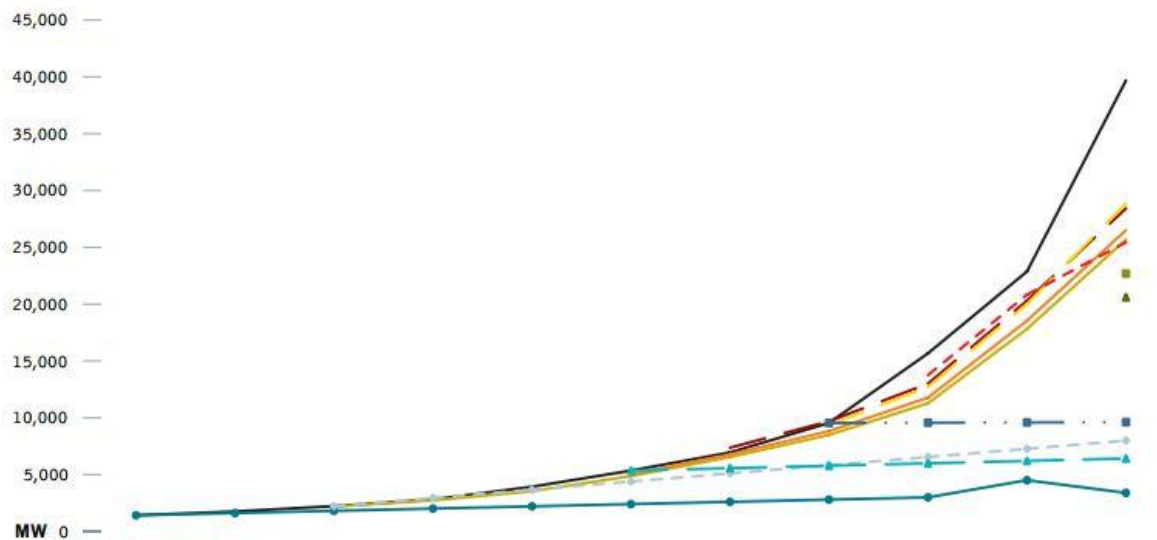
- Bei Überschuss  
schnelle Regelbarkeit in  
Millisekunden  
(AKW: 3 Tage)
- Dezentral
- keine Wartungskosten
- Effizienz  
größenunabhängig

## Nachteile:

- Unregelmäßige  
Stromproduktion
- Wirkungsgrad nimmt  
mit der Zeit leicht ab



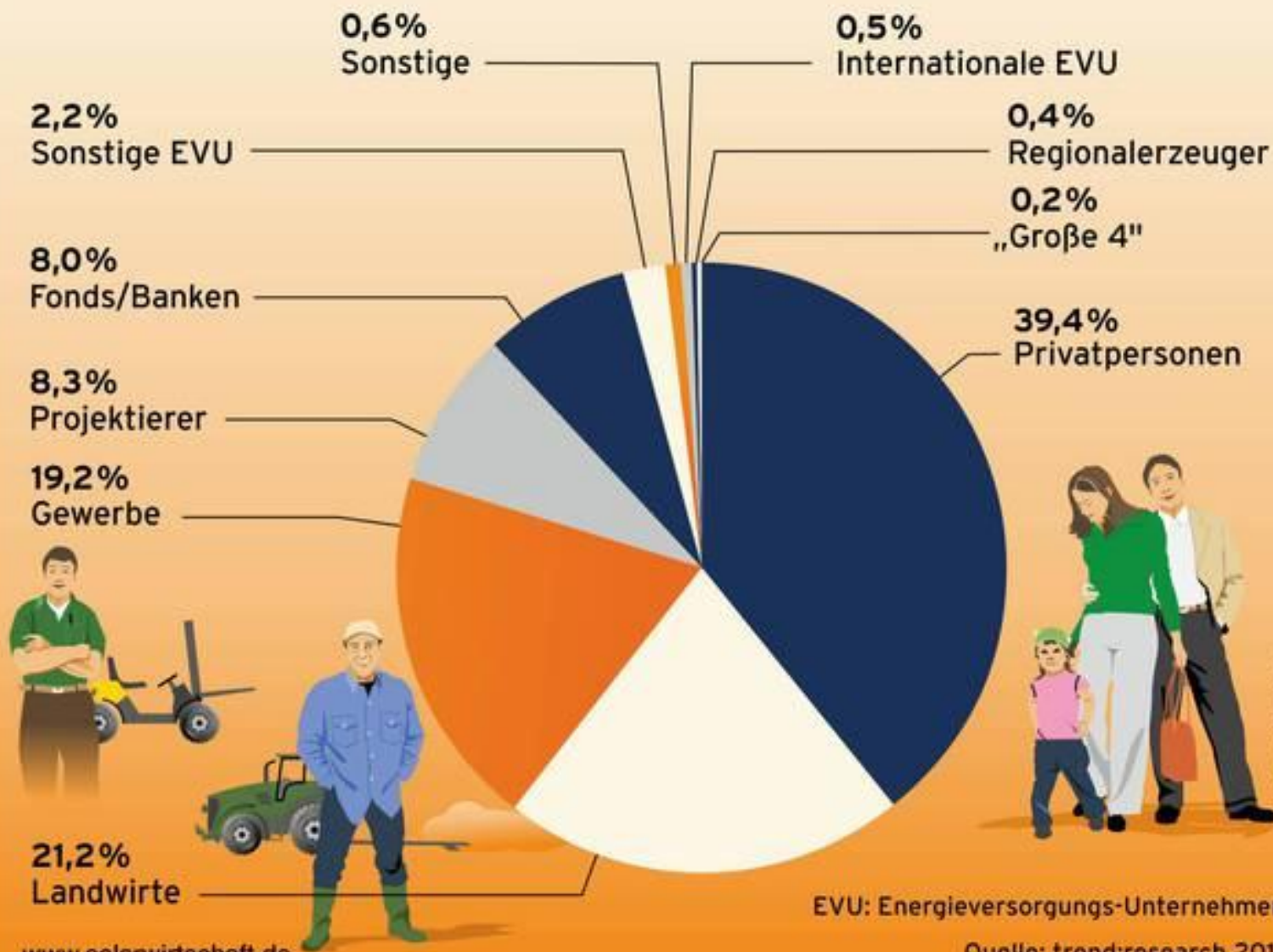
**figure 4.8: photovoltaics: short term prognosis vs real market development - global cummulative capacity**



	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
— REAL	1,428	1,762	2,236	2,818	3,939	5,361	6,956	9,550	15,675	22,878	39,678
— SG I 2001			2,205	2,742	3,546	4,879	6,549	8,498	11,285	17,825	25,688
— SG II 2004						5,026	6,772	8,833	11,775	18,552	26,512
- - SG III 2006							7,372	9,698	13,005	20,305	28,428
- - SG IV 2007 (Advanced)								9,337	12,714	20,014	28,862
- - SG V 2008 (Advanced)									13,760	20,835	25,447
- - SG VI 2010 (Advanced)											36,629
■ ER 2007											22,694
▲ ER 2008											20,606
● ADVANCED ER 2010											
— IEA WEO 2000 (REF)	1,428	1,625	1,822	2,020	2,217	2,414	2,611	2,808	3,006	4,516	3,400
- - IEA WEO 2002 (REF)			2,236	2,957	3,677	4,398	5,118	5,839	6,559	7,280	8,000
- - IEA WEO 2005 (REF)						5,361	5,574	5,787	6,000	6,213	6,425
- - IEA WEO 2007 (REF)								9550	9,575	9,600	9,625

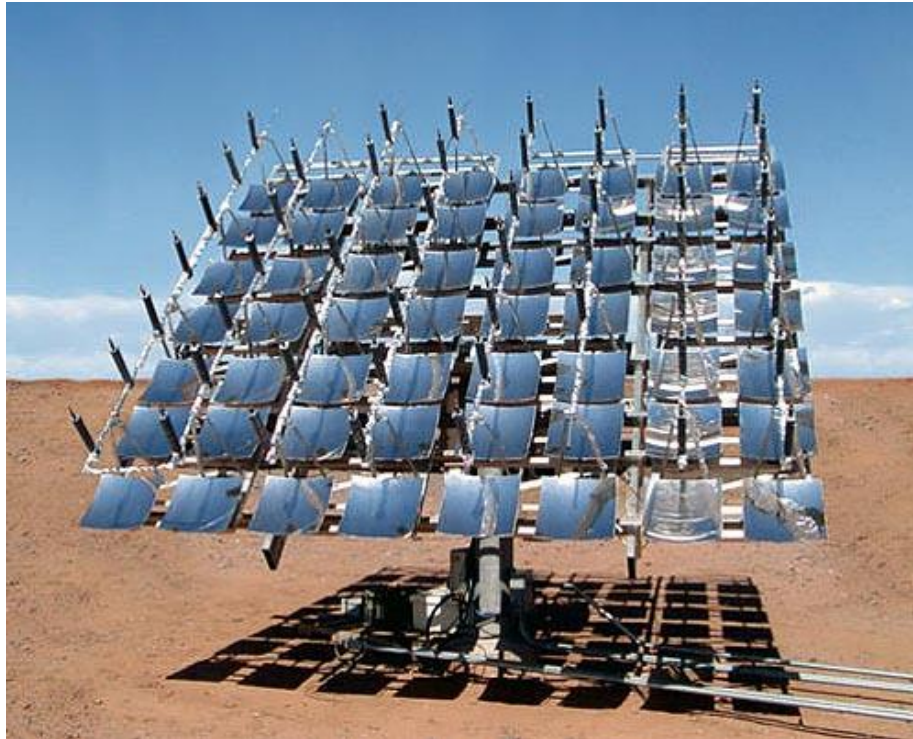
# Eigentümeranteile an installierter Photovoltaik-Leistung 2010

gesamt 17.400 MWp





# CPV = Concentrated Photovoltaik



Aufwind-Kraftwerk

Video



# Aufwind-Kraftwerk

- Vorteile

- Auch nachts Stromerzeugung
- Einfache Technik

- Nachteile

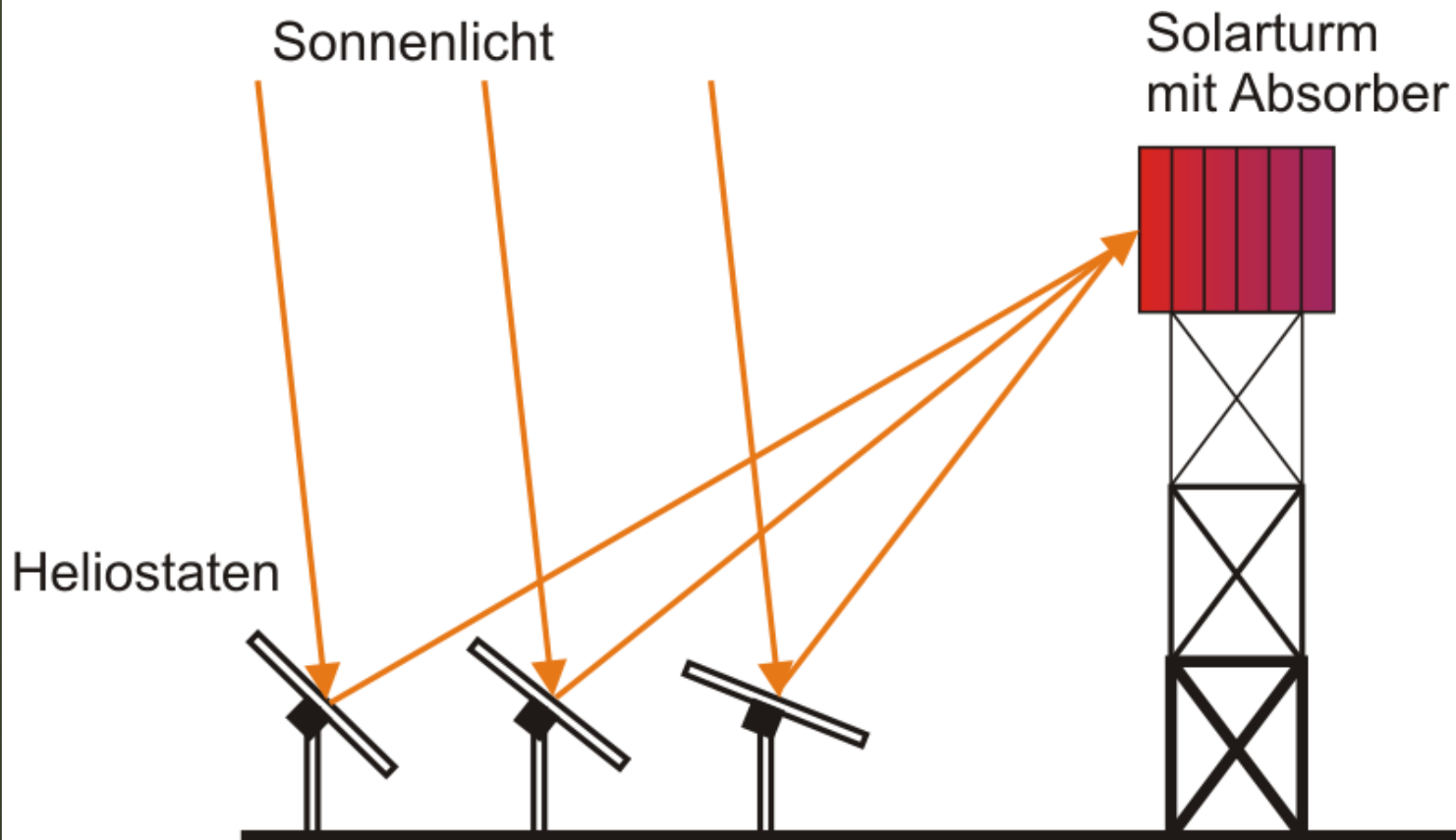
- Sehr schwacher Wirkungsgrad ( $<1\%$ )
- Nur große Anlagen sinnvoll
- Viel Platzbedarf
- Nur in bestimmten Regionen sinnvoll



# Solarturm-Kraftwerk



# Solarturm-Kraftwerk



# Parabolrinnen-Kraftwerk





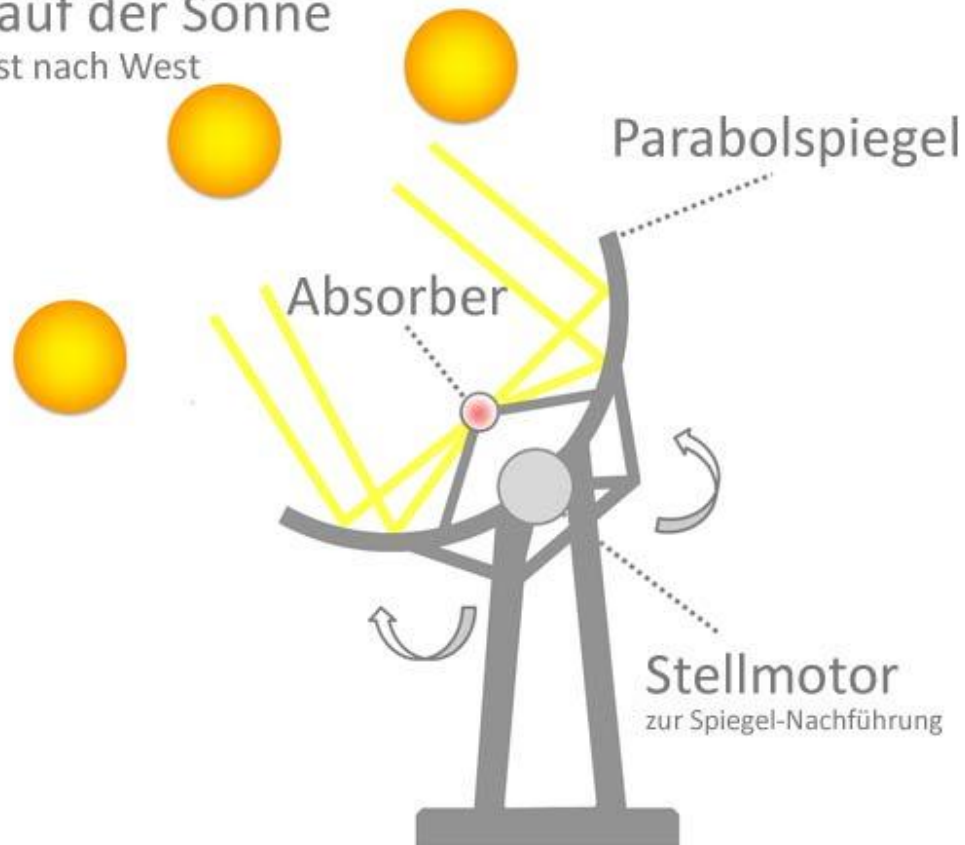
# Parabolrinnen-Kraftwerk



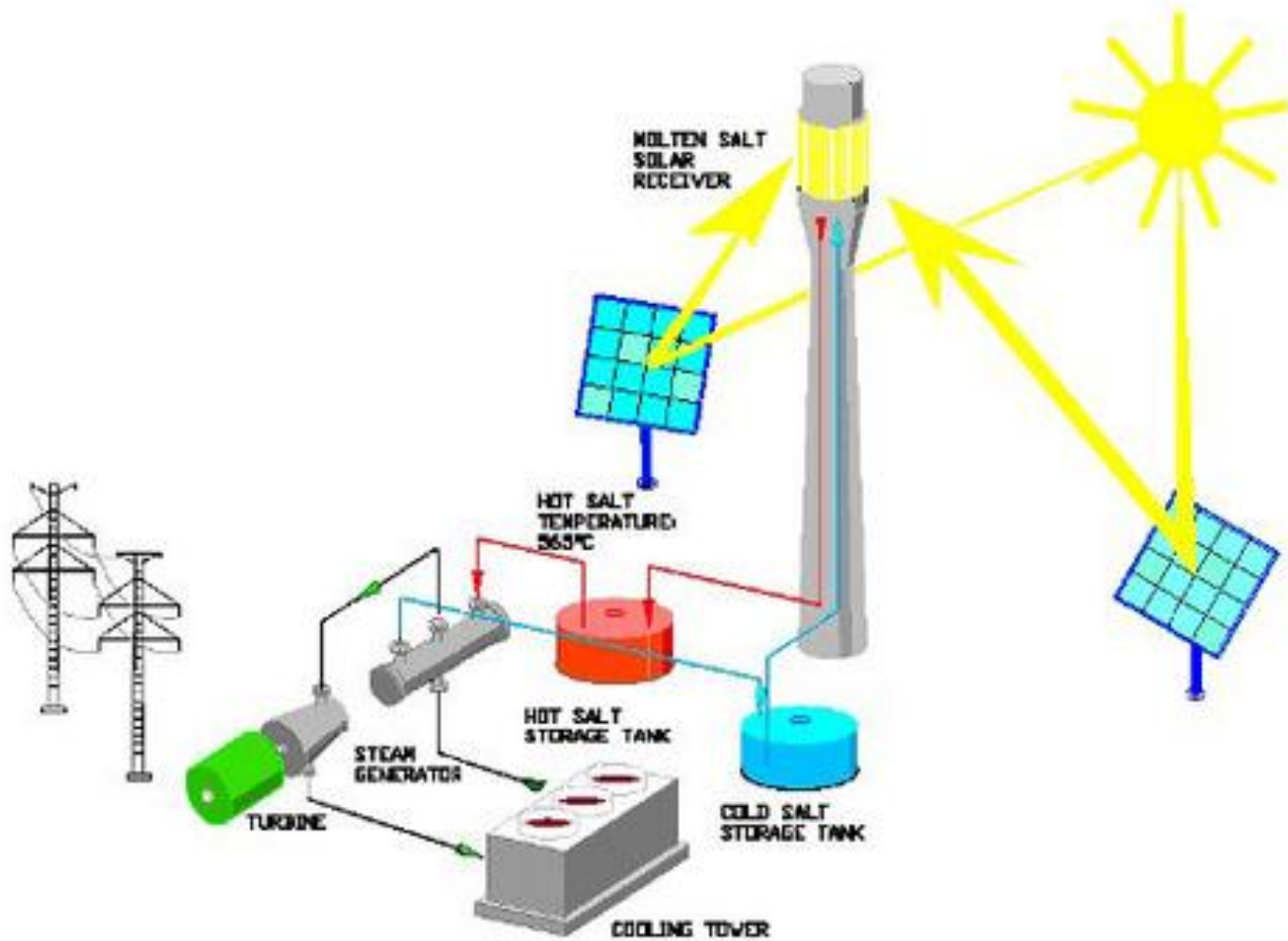


# Parabolrinnen-Kraftwerk

Verlauf der Sonne  
von Ost nach West



# Sonnenwärmekraftwerke



# Sonnenwärmekraftwerke

- Vorteile

- Hoher Wirkungsgrad
- Folgt der Sonne

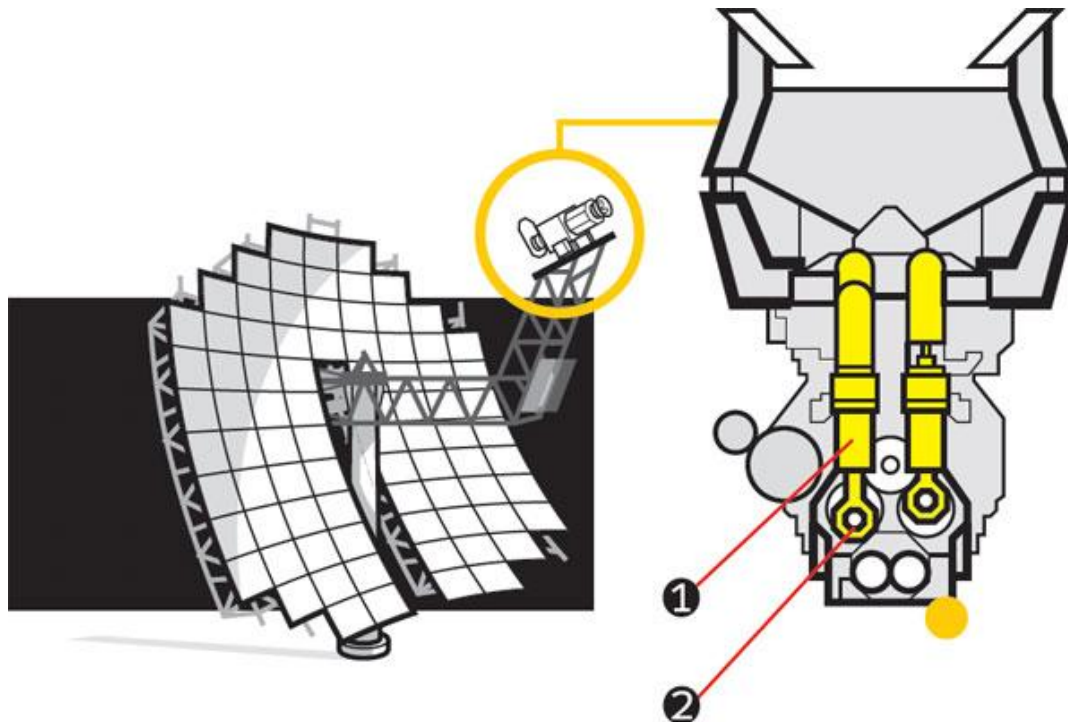
- Nachteile

- Hohe Wartungskosten
- Nicht überall rentabel
- Mindestgröße erforderlich
- Nur Tagsüber Stromproduktion

# Solar-Dish-Anlagen



# Solar-Dish-Anlagen



## Solar Stirling Engine

Most concentrating solar thermal designs use vast arrays of mirrors to power a large central turbine. In contrast, each one of Stirling Energy Systems' 38-ft.-wide dishes powers its own 25-kilowatt Stirling engine, which is suspended at the mirror's focal point. That means power can be generated by a single dish just as easily as by a 30,000-dish installation. The Stirling engine is a closed-cycle system, using the heat of the sun to expand hydrogen gas, pushing a piston (1), which rotates a crankshaft (2) to power an electrical generator. The hydrogen is cooled and condensed by a radiator, then sent back to the expansion cylinder.

# Solar-Dish-Anlagen

- Vorteil

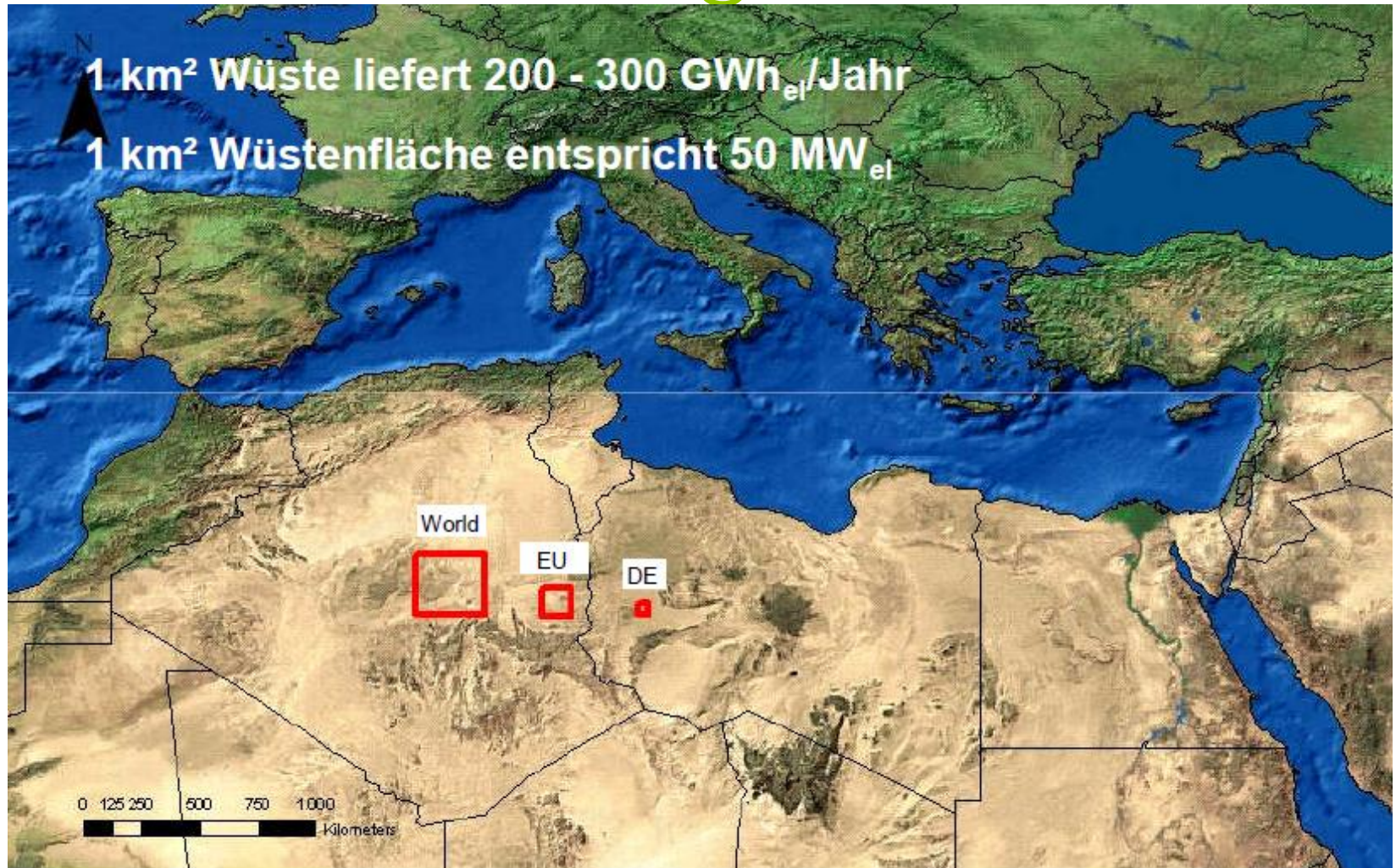
- Einfaches und effizientes Verfahren
- Hoher Umwandlungswirkungsgrad von Sonnenlicht und Wärme

- Nachteile

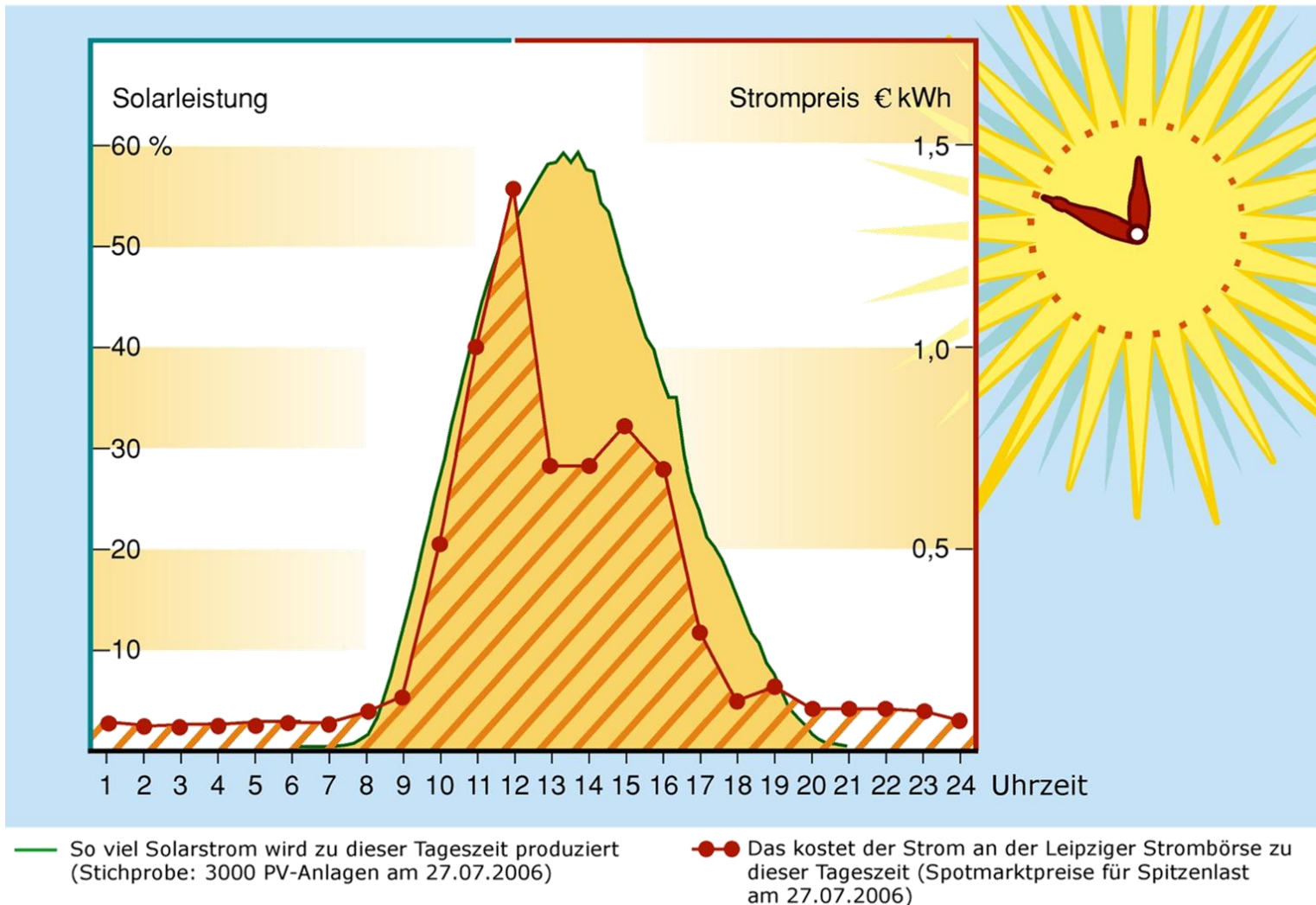
- Wartungskosten wegen der Mechanik



# Potenzielle Energie



# Solarstrom ersetzt teure Bedarfsspitzen

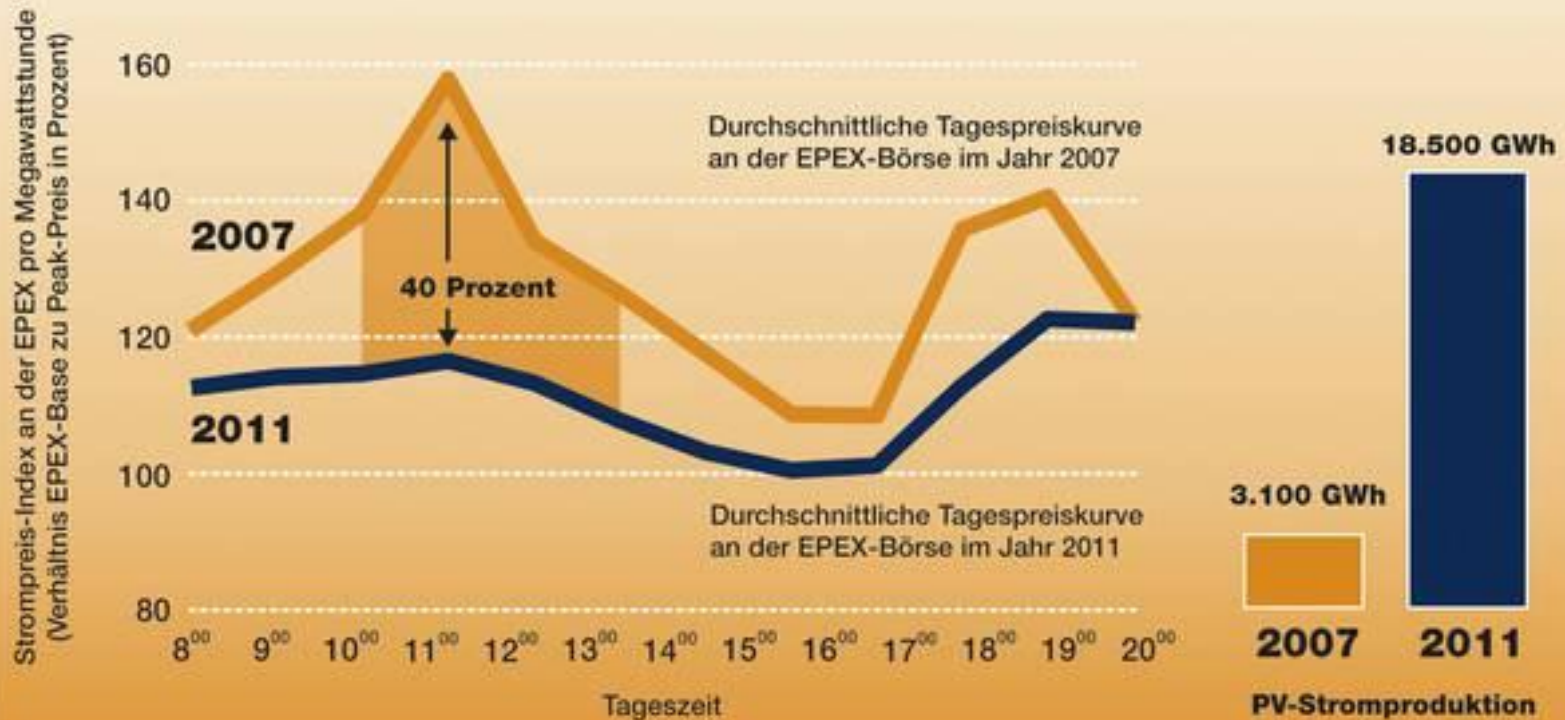


Quelle: BSW-Solar mit meteocontrol GmbH, eex: [www.solarwirtschaft.de](http://www.solarwirtschaft.de)



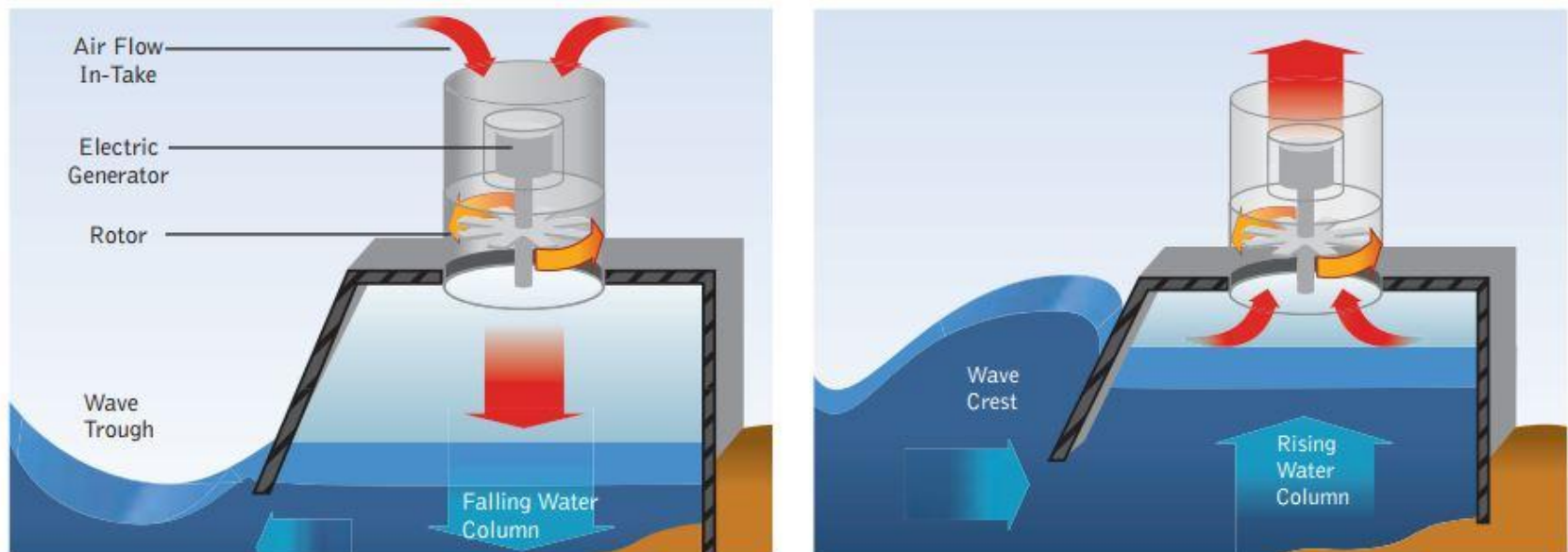
## Mit dem Ausbau des Solarstroms fallen die Börsenstrompreise

Mittags sinken die Spitzenlastpreise um bis zu 40 Prozent



# Wellen-Kraftwerk

figure 9.16: oscillating water columns

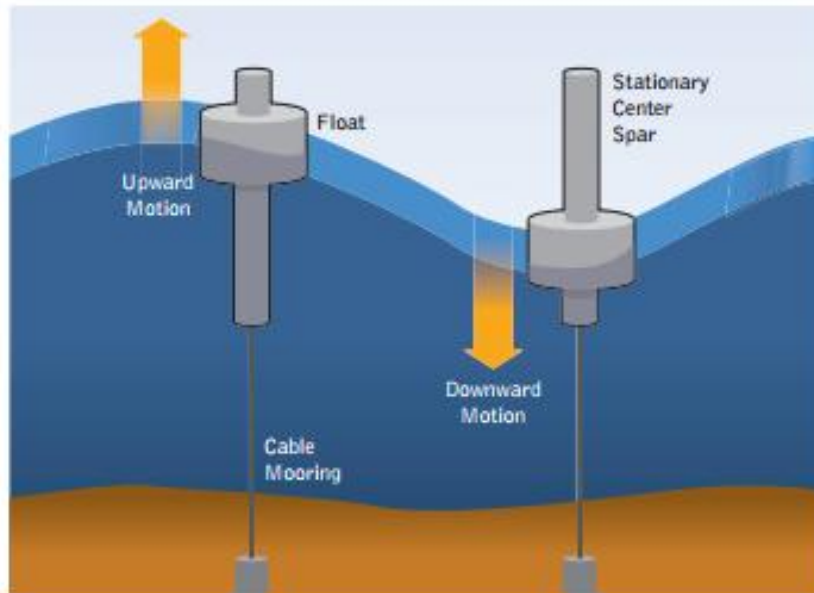


**source**

IPCC 2012: SPECIAL REPORT ON RENEWABLE ENERGY SOURCES AND CLIMATE CHANGE MITIGATION.  
PREPARED BY WORKING GROUP III OF THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, FIGURE(S).... CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS.

# Wellen-Kraftwerk

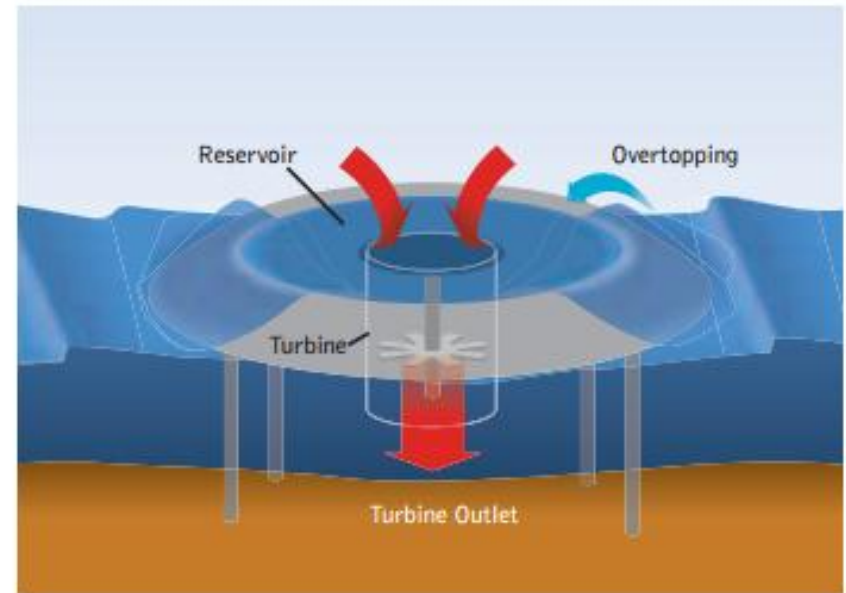
figure 9.17: oscillating body systems



**source**

IPCC 2012: SPECIAL REPORT ON RENEWABLE ENERGY SOURCES AND CLIMATE CHANGE MITIGATION. PREPARED BY WORKING GROUP III OF THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, FIGURE(S).... CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS.

figure 9.18: overtopping devices



**references**

- 111 FALCAO, 2009.
- 112 KHAN AND BHUYAN, 2009.

# Wellen-Kraftwerk

- Vorteile:

- Ufer wird vor Erosion durch Wellen geschützt

- Nachteile:

- Ökologische Auswirkung unbekannt
- Anlagen oft nicht Sturmresistent



# Meeresströmungs-Kraftwerk



# Meeresströmungs-Kraftwerk

## ○ Vorteile:

- keine sichtbare Veränderung der Landschaft
- Kontinuierliche Stromproduktion

## ○ Nachteile:

- Unwirtschaftlicher als andere EEG
- Hohe Bau- & Wartungskosten
- Lärm unter Wasser

# Allgemeine Vorteile

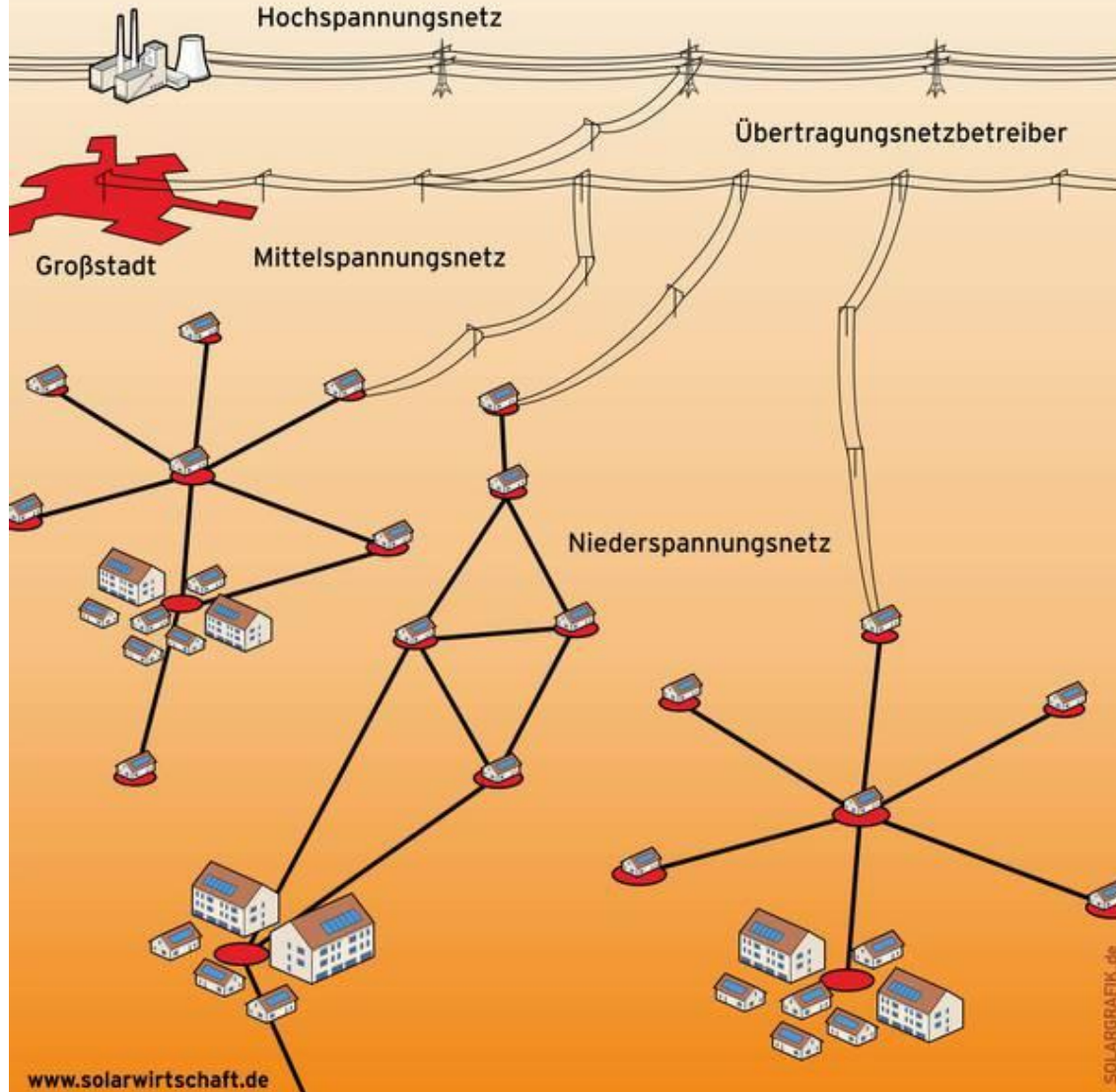
- ◉ Dezentrale Energieversorgung leichter möglich
- ◉ Klimaschutz
- ◉ Kosteneinsparung
- ◉ Unabhängigkeit
- ◉ Zukunftssicherheit

# Dezentrale Energieversorgung

- ◉ Im Schnitt 7% Leitungsverluste
- ◉ Reduziert die Netzbelastung, Strom wird da erzeugt, wo er gebraucht wird.
- ◉ Unabhängigkeit von den großen Stromkonzernen

# Dezentral und Verbrauchernah

Über 98 % der Photovoltaikanlagen sind am Niederspannungsnetz angeschlossen



sorgung

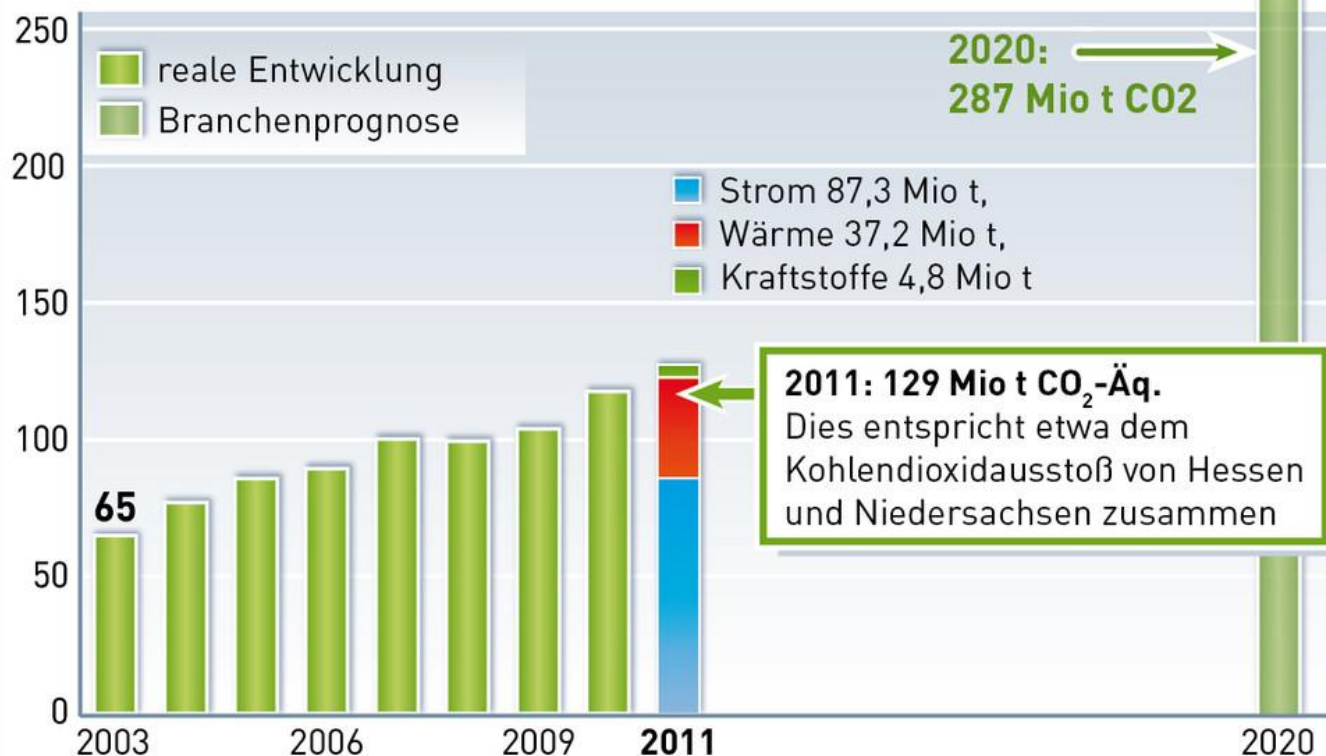
om wird  
ird.  
n

# Klimaschutz

## Klimaschutzbeitrag Erneuerbarer Energien

Jährliche Treibhausgasvermeidung durch Erneuerbare Energien in Deutschland

Millionen Tonnen



Quellen: BMU, BEE

Stand: 06/2012

[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)



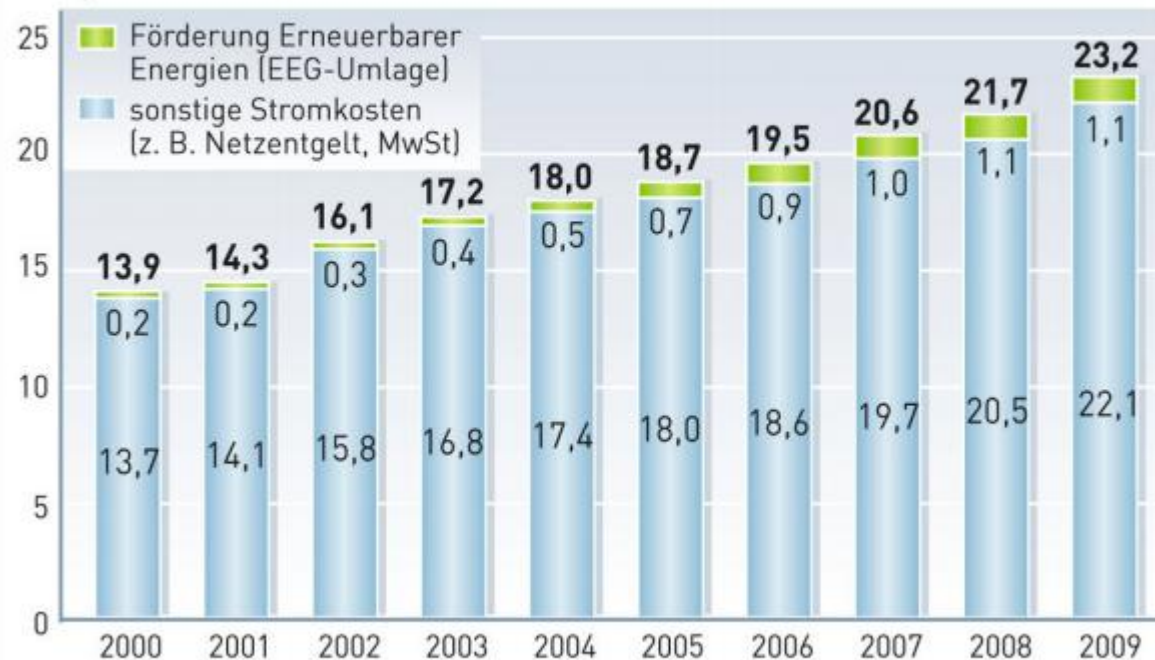


# Kosteneinsparung

## Entwicklung der Haushaltsstrompreise 2000-2009

Die Förderung Erneuerbarer Energien ist kein Preistreiber.

Cent pro Kilowattstunde



Quelle: BDEW; Stand: 4/2009

[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)



# Kosteneinsparung

## Korrektur

In der Überschrift des Artikels „Ökostrom-Umlage steigt um sechs Cent“ in der Samstagsausgabe ist uns ein Fehler unterlaufen. Richtig muss es heißen, „Ökostrom-Umlage steigt um 0,6 Cent“.

*agr*

18.10.11

0 Bamberg. **Internet:** [www.inFranken.de](http://www.inFranken.de) **Bezugs-**  
l. Zustellung und 7% MwSt.; Postbezugspreis: 29,90  
Abbestellungen nur zum Monatsende und bis spätes-  
ad. Auflage IVW-kontrolliert. Alle Rechte vorbehalten.

ag

Überregionale Seiten werben  
Mantelredaktion GmbH & Co.  
Chefredaktion: Heike Groll

# Kosteneinsparung

aktiv ist, kein Foto. Aber das gehört in dem Job wohl dazu.

## Korrektur

Bedauerlicherweise ist uns in der gestrigen Überschriften-Korrektur des Artikels „Ökostrom-Umlage steigt um sechs Cent“ erneut ein Fehler unterlaufen. Richtig muss es heißen, „Ökostrom-Umlage steigt um 0,06 Cent“.

*agr*

## Korrektur

In der Überschrift des Artikels „Ökostrom-Umlage steigt um sechs Cent“ in der Samstagsausgabe ist uns ein Fehler unterlaufen. Richtig muss es heißen, „Ökostrom-Umlage steigt um 0,6 Cent“.

*agr*

18.10.11

050 Bamberg. Internet: [www.inFranken.de](http://www.inFranken.de) Bezugs-  
incl. Zustellung und 7% MwSt.; Postbezugspreis: 29,90  
St. Abbestellungen nur zum Monatsende und bis spätes-  
Verlag. Auflage IVW-kontrolliert. Alle Rechte vorbehalten.

19.10.11

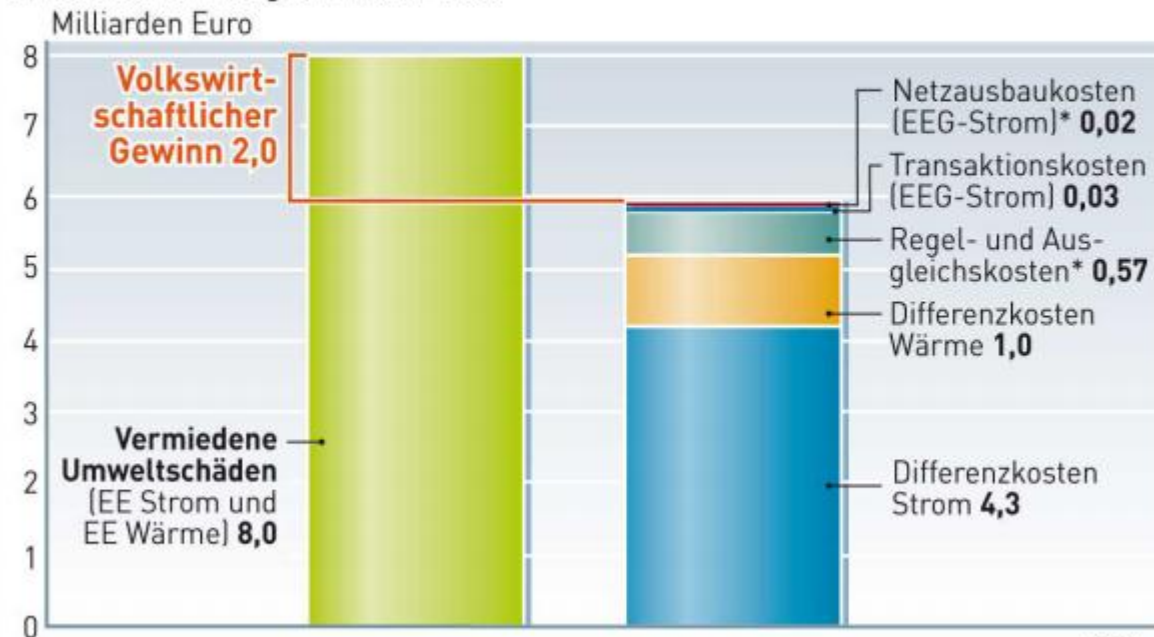
**Fränkischer Tag**

Überregionale Seiten werben  
Mantelredaktion GmbH & Co.  
Chefredaktion: Heike Groll

# Kosteneinsparung

## Erneuerbarer Strom und Erneuerbare Wärme: Kosten und Nutzen im Vergleich

2 Mrd. Euro volkswirtschaftlicher Gewinn durch Strom und Wärme aus  
Erneuerbaren Energien im Jahr 2008



Quelle: ISI/DIW/GWS/IZES; Stand: 03/2010

\*2007

[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)



# Unabhängigkeit

- von anderen Ländern bei Rohstoffimporten (Öl, Uran etc.)
- von großen Stromkonzernen durch viele kleine Betriebe
- von den steigenden Öl, Uran, Gas und Kohle Preisen

# Zukunftssicherheit

- ◉ Die antreibenden Energien enden nicht.
- ◉ Benötigte Rohstoffe zum Bau sind ausreichend vorhanden oder können ersetzt werden.
- ◉ kein Treibhauseffekt



# Nachteile gegenüber fossilen Energieträgern

- Oft Volatilität  
=Unregelmäßige Stromerzeugung

## Problemlösung

- Stromspeicher:
  - Pumpspeicherkraftwerke
  - Druckluftspeicherkraftwerk
  - Bleiakkumulatoren
  - Wärmespeicher

# Und ich?

- Wechsel zu einem reinen Naturstrom Anbieter (EWS, LichtBlick, Naturstrom, etc.)

# Quellen:

- Hauptquellen:

- Agentur für Erneuerbare Energie  
[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)
- Bundesverband Solarwirtschaft (BSW)  
[www.solarwirtschaft.de](http://www.solarwirtschaft.de)

# Bild- und Datenquellen:

- <http://pastebin.com/RJxWiXhs>